

福島第一原発事故により放棄された農業流域における 放射性 Cs 流出量予測への SWAT モデルの適用

環境資源学専攻 地域環境学講座 土壌学 小倉 加世子

1. はじめに

2011年3月の福島第一原発事故により広域に飛散した放射性セシウム(Cs)は、その高い放出率と半減期の長さから、長期にわたる農業生態系への影響が危惧されている。従って、今後の営農再開に向けた対策構築において急務である、不作付け農業流域におけるCsの動態予測を本研究の目的とした。Csの土壌へ強固な吸着、土壌侵食による損失、原子構造の類似したカリウム(K)との粘土鉱物への吸着や植物吸収における競合などの性質から、Csモデリングに先立ち、河川流量、懸濁物(SS)、Kの動態予測が目的達成のカギを握る。

2. 方法

福島県飯館村比曾川流域の上流部(4.5 km²)を研究対象とし、対象流域内の最下流地点における連続測定および定期的な河川水採取、分析により1日毎の流量、SS、KおよびCsについての実測値を有する。当サイトは福島第一原発の北東部、40 km 範囲内に入る。年降水量約1300 mm、年平均気温約10°C、主な土壌タイプは褐色森林土、黒ボク土、グライ土である。流域は主に森林、農地、水田から構成されるが、流域は事故以降、不作付け地となり、野草に覆われている。予測に用いたSWATモデルは、物理式に基づいた分布型水文モデルである。本研究では、Wangらにより開発された、KおよびCsモジュールを追加実装したSWAT-Csを採用した。インプットデータとして地形情報、土地利用、土壌タイプのGISデータおよび気象データを要し、流域レベルで適用できる。実測値を有する2013年を校正期間、2014年を検証期間とし、日ごとの予測を行った。モデルの精度評価には3種の統計値を用いた。決定係数(R²)およびNash-Sutcliffe係数(E_{NS})は1に近いほど、パーセントバイアス(PBIAS)は絶対値が小さいほど精度が高いことを表す。

3. 結果と考察

流量について、モデルは校正、検証期間ともに精度高く実測値を再現した(校正期間(検証期間): R²=0.69(0.74), E_{NS}=0.66(0.57))。一方SSは統計値が基準値(0.5)を下回る結果となり、これは1年に1, 2回発生した突発的な極大ピークの過小評価によるものであった。故にこれらのピークを除外すると、精度は顕著に上昇し、平常時のモデル精度の高さが示された(校正期間(検証期間): R²=0.89(0.62), E_{NS}=0.88(0.59))。この傾向はKおよびCsのシミュレーション結果にも共通したことから、極大ピーク時に過小評価されたK, Cs流出がSSと挙動を共にしていること示唆された。

4. 結論と課題

改造SWATモデルにより、流量とSS、K、Csの流出予測が可能になった。流量は精度良く再現されたが、SS、K、Cs実測値の突発的な極大ピークを予測できなかった。一方、これら大きなピークを除くと、SS、KおよびCsの予測は改善され、極大ピークには平常時と異なるプロセスにより土砂が供給されていた。表面流去によるSSの供給源は放棄された水田および傾斜の大きな地点と予測され、現地調査での観察も考慮すると大きなピークの原因は河岸崩壊による土砂堆積の可能性が示唆された。